

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Hollow blade

**Patent number:** DE3434001  
**Publication date:** 1985-04-04  
**Inventor:** RAVENHALL RICHARD (US); SALEMME CHARLES THOMAS (US)  
**Applicant:** GEN ELECTRIC (US)  
**Classification:**  
- **international:** F01D5/18; F04D29/38  
- **european:** F01D5/28B, F04D29/32B3  
**Application number:** DE19843434001 19840915  
**Priority number(s):** US19830535198 19830923

**Also published as:**

JP60138300 (A)  
GB2147055 (A)  
FR2552500 (A1)  
IT1176673 (B)

Abstract not available for DE3434001

Abstract of correspondent: **GB2147055**

A hollow blade composite blade is disclosed. A corrugated core sheet is disposed between two sheathing members to form a blade airfoil. The blade is formed by diffusion bonding the core sheet to the sheathing members and shaping by superplastic forming. The blade is stiffened by fibrous composite material in at least one sheathing member, and it resists foreign object damage by strategic use of titanium.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 34 34 001.7  
②2 Anmeldetag: 15. 9. 84  
④3 Offenlegungstag: 4. 4. 85

DE 3434001 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

23.09.83 US 535,198

⑦1 Anmelder:

General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

⑦4 Vertreter:

Schüler, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 6000  
Frankfurt

⑦2 Erfinder:

Ravenhall, Richard, Cincinnati, Ohio, US; Salemmé,  
Charles Thomas, Madeira, Ohio, US

⑤4 Hohlschaufel

Es wird eine hohle zusammengesetzte Schaufel angegeben, bei der eine wellenförmige Kernschicht zwischen zwei Mantelteilen angeordnet ist, um einen stromlinienförmigen Schaufelabschnitt zu bilden. Die Schaufel wird durch Diffusionsverbindung der Kernschicht mit den Mantelteilen gebildet und durch superplastische Formgebung geformt. Die Schaufel ist durch faserförmiges zusammengesetztes Material in wenigstens dem einen Mantelteil versteift und sie widersteht einer Fremdkörperbeschädigung durch zweckmäßige Verwendung von Titan.

DE 3434001 A1

**Dr. Horst Schüler**  
**PATENTANWALT**  
**EUROPEAN PATENT ATTORNEY**

6000 Frankfurt/Main 1  
Kaiserstrasse 41

Telefon : (0611) 235555  
Telex : 04-16759 mapat d  
Telegramm : mainpatent frankfurt  
Telekopierer : (0611) 25 16 15  
(CCITT Gruppe 2 und 3)

Bankkonto : 225/0389 Deutsche Bank AG  
Postscheckkonto : 282420-602 Frankfurt/M.

3434001

Ihr Zeichen/Your ref. :

Unser Zeichen/Our ref.: 9461.1-13DV-8226

Datum/Date : 14. September 1984  
Vo./he.

General Electric Company  
1 River Road  
Schenectady, N.Y./U.S.A.

Ansprüche

- ①. Schaufel mit einem stromlinienförmigen, hohlen Abschnitt und einem darin angeordneten Kern, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (28) durch Diffusionsbindung mit dem stromlinienförmigen Abschnitt (14) verbunden ist.
2. Schaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der stromlinienförmige Abschnitt (14) erste und zweite Mantelteile (20, 22) aufweist, und der Kern (30) mehrere Kernteile (66) aufweist, die die ersten und zweiten Mantelteile (20, 22) miteinander verbinden.
3. Schaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern eine wellenförmigen Schicht bzw. Scheibe (30) aufweist.

4. Schaufel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Schaufel eine Rotorschaufel mit einem hohlen stromlinienförmigen Abschnitt, der einen Spitzenabschnitt, eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweist, und mit einem Schaft und einem Fuß ist, dadurch gekennzeichnet, daß der stromlinienförmige Abschnitt (14) durch erste und zweite Mantelteile (20, 22) gebildet ist, die einen Kernbereich (28) umgeben, der einen Kern (30) enthält, der durch Diffusionsbindung mit den ersten und zweiten Mantelteilen (20, 22) verbunden ist, die sich vom Spitzenabschnitt zum Schaft und zum Fuß erstrecken, um einen Teil des Schaftes und des Fusses zu bilden.
5. Schaufel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern eine wellenförmige Schicht oder Scheibe (30) aufweist.
6. Schaufel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke von jedem der Mantelteile (20, 22) am Schaft (16) größer ist als am Spitzenabschnitt (46) des stromlinienförmigen Abschnitts (14).
7. Schaufel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der Mantelteile (20, 22) eine Verstärkungsschicht (74) aus wenigstens einer Lage aus faserförmigem zusammengesetzten Material aufweist.
8. Schaufel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das eine Verstärkungsschicht aufweisende Mantelteil ferner innere und äußere Schichten (36, 38) aus nicht-faserförmigem Material in einem Flächenkontakt mit der Verstärkungsschicht (74) aufweist.

9. Schaufel nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß das  
faserförmige zusammengesetzte Material mit Siliziumkarbid  
überzogene Kohlenstoffasern in einer Titanmatrix enthält  
und daß das nicht-faserförmige Material Titan enthält.
10. Schaufel nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Anzahl der Lagen innerhalb der Verstärkungsschicht (74)  
am Schaft größer ist als nahe dem Spitzenabschnitt und  
über dem Fuß (18) im allgemeinen abnimmt.
11. Schaufel nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Lagen im allgemeinen nahe der Außenfläche des Fusses (18)  
liegen.
12. Schaufel nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß der  
Spitzenabschnitt (46), die Vorderkante und die Hinterkante  
im wesentlichen aus nicht-faserförmigem Material bestehen.
13. Schaufel nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß sich  
der Kernbereich (28) in den Schaft (16) erstreckt und die  
Querschnittsfläche des Kernbereichs nahe dem Spitzenab-  
schnitt kleiner ist als die Querschnittsfläche des Kern-  
bereichs nahe dem Schaft.



---

### Hohlschaufel

---

Die Erfindung bezieht sich auf Turbinenschaufeln und insbesondere auf hohle, zusammengesetzte Schaufeln mit wellenförmigen Kernen zu ihrer Verstärkung.

Turbinenschaufeln, wie sie in einer Bläser- oder Verdichterstufe eines modernen Strahltriebwerkes verwendet werden, müssen eine Anzahl strenger Konstruktionserfordernisse erfüllen. Beispielsweise ist geringes Gewicht wesentlich, um so höhere Spitzengeschwindigkeiten, Rotoren mit geringem Gewicht und Konstruktionen mit einem verminderten Radiusverhältnis zu gestatten. Schaufelsteifigkeit ist erforderlich, um übermäßige Vibration zu verhindern, während hohe Festigkeit erforderlich ist, um die Beschädigung durch Fremdkörper auf ein Minimum zu senken. Um ferner kommerziell verwertbar zu sein, muß eine Schaufel mit vernünftigen Kosten gefertigt werden können.

In der Vergangenheit sind Hohlschaufeln verwendet worden, um das Gewicht zu verkleinern. Derartige Schaufeln können dadurch hergestellt werden, daß Mantelteile an einem Versteifungskern durch eine Lötverbindung angebracht werden. Beispielsweise beschreibt die US-PS 3 095 180 eine nach diesem Verfahren hergestellte Hohlschaufel. Im allgemeinen haben Lötverbindungen die Neigung, weicher als das umgebende Material zu sein. Alternativ können Hohlschaufeln dadurch gefertigt werden, daß in den zusammenpassenden Oberflächen von stromlinienförmigen Abschnitten Kanäle maschinell hergestellt und die Abschnitte dann durch Diffusionsverbindung miteinander verbunden werden. Obwohl sie im allgemeinen fester

als eine Schaufel mit gelötetem Kern sind, erfordern derartige Schaufeln kostspielige präzise Fixierungen, damit die Kanäle miteinander fluchten, und selbst kleine Abweichungen in der Ausrichtung haben Beanspruchungskonzentrationen zur Folge.

Schaufelsteifigkeit kann erzielt werden, indem Materialien unterschiedlich hoher Steifigkeit zu einer zusammengesetzten Schaufel vereinigt werden. Verbesserte Zugfestigkeit und Steifigkeit kann erreicht werden, indem Fasermaterial in den stromlinienförmigen Abschnitt einer Schaufel integriert wird. Beispielsweise beschreibt die US-PS 3 572 971 die Verwendung dünner Fasern oder Fibern in einem zentralen Schaufelkern. Ein Problem, das bei massiven zusammengesetzten Schaufeln auftrat, besteht darin, daß sie leicht sehr schwer werden und in der Fertigung teuer sind aufgrund der Materialmenge, die zu ihrer Herstellung erforderlich ist.

Hohle zusammengesetzte Verdichterschaufeln mit Fasern bzw. Fibern, die in einer Aluminiummatrix integral gebunden sind, sind in der US-PS 3 981 616 beschrieben. Das Problem mit derartigen Schaufeln besteht darin, daß sie eine schlechte Widerstandsfähigkeit gegen Beschädigung durch Fremdkörper haben.

**A** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine neue und verbesserte Turbinenschaufel zu schaffen, die ein geringes Gewicht und eine erhöhte Steifigkeit hat. Die Schaufel soll auch als Bläuserschaufel geeignet sein, bei der keine Mittelmäntel erforderlich sind. Die Schaufel soll auch eine erhöhte Beständigkeit gegenüber Beschädigung durch Fremdkörper haben und eine variable Kernbreite und variable Mantelbreite besitzen. Die neue Schaufel soll auch eine erhöhte Festigkeit am Fuß besitzen.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Schaufel mit einem Kern vorgeschlagen, der in einem hohlen stromlinienförmigen Abschnitt angeordnet ist. Der Kern ist durch

Diffusionsbindung mit dem stromlinienförmigen Abschnitt verbunden.

Weiterhin wird erfindungsgemäß eine Rotorscheufel mit einem hohlen stromlinienförmigen Abschnitt geschaffen, der einen Spitzenabschnitt, eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweist. Der stromlinienförmige Abschnitt ist mit ersten und zweiten Mantelteilen versehen, die einen Kernbereich umgeben, der durch Diffusionsbindung mit den ersten und zweiten Teilen verbunden ist. Die Rotorscheufel weist ferner einen Schaft und einen Fuß auf. Die Mantelteile erstrecken sich vom Spitzenabschnitt zum Schaft und zum Fuß, um einen Teil des Schaftes und des Fusses zu bilden.

Die Erfindung wird nun mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand der Beschreibung und Zeichnung von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Figur 1 zeigt eine Turbinenschaufel gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figur 2 ist eine Querschnittsansicht der in Figur 1 gezeigten Schaufel nach einem Schnitt entlang der Linien 2 - 2.

Figur 3 zeigt eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht der Schichten bzw. Lamine, die ein Mantelteil gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung bilden.

Figur 4 ist eine Seitenschnittansicht von einem Mantelteil gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figur 5 ist eine Schnittansicht von dem Mantelteil gemäß Figur 4 entlang der Linie 4 - 4.

Figur 6 ist eine ähnliche Ansicht wie Figur 5 von einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figur 7 ist eine auseinandergezogene oder perspektivische Ansicht von einer Fertigungsstufe der in Figur 1 gezeigten Schaufel.

Figur 8 ist eine Querschnittsansicht von einer Form zum Formen der Schaufel gemäß Figur 1.

Figur 9 stellt das Verfahren dar, durch das die Schaufel gemäß Figur 1 in der Form gemäß Figur 8 geformt wird.

Figur 10 zeigt eine Ansicht von einem Kern vor der Verbindung gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figur 11 zeigt eine Ansicht von einem Kern vor dem Verbinden gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figur 12 zeigt eine Querschnittsansicht der Schaufel gemäß Figur 2 nach einem Schnitt entlang der Linie 12 - 12.

Figur 1 zeigt eine Hohlschaufel 10 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung von ihrer Druckseite 12. Die Kontur bzw. Form eines Kernbereiches 28, wie er beispielsweise in Figur 2 gezeigt ist, ist durch die gestrichelte Linie m dargestellt. Die Schaufel 10 enthält einen stromlinienförmigen Abschnitt 14, einen Schaft 16 und einen Fuß 18.

Figur 2 zeigt eine Querschnittsansicht der Hohlschaufel 10 nach einem Schnitt entlang der Linie 2 - 2 in Figur 1. Das Mantelteil 20 der Druckseite und das Mantelteil 22 der Saugseite sind durch Diffusionsbindung miteinander verbunden, um eine Vorderkante 24 und eine Hinterkante 26 zu bilden. Die Mantelteile 20 und 22 umgeben einen Kernbereich 28, der einen Kern in der Form einer wellenförmigen Kernschicht 30 enthält. Die Mantelteile 20 und 22 sind durch Diffusionsbindung mit der wellenförmigen Kernschicht 30 an Spitzen 32 durch ein Verfahren verbunden, das im folgenden näher erläutert wird. In

jedem Mantelteil 20 und 22 ist eine Verstärkungsschicht 34 aus mehreren Lagen eines faserförmigen zusammengesetzten Materials enthalten, die in Figur 3 deutlicher gezeigt sind. Um Beschädigungen durch Fremdkörper zu vermindern, erstreckt sich die Verstärkungsschicht 34 nicht in die Vorderkante 24 oder die Hinterkante 26. Diese Bereiche enthalten vielmehr im allgemeinen nicht-faserförmiges Material mit guter Stoßbeständigkeit, beispielsweise Titan.

Die Folge von Schritten gemäß einem bevorzugten Mittel zum Fertigen der Schaufel 10 ist in den Figuren 3, 7, 8 und 9 gezeigt. Figur 3 zeigt in einer perspektivischen Anordnung Schichten bzw. Lamine, die die Mantel- bzw. Schutzteile 20 oder 22 für eine Schaufel gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung bilden. Außenschichten 36 und 38 sind auf gegenüberliegenden Seiten einer faserförmigen zusammengesetzten Anordnung 34 angeordnet. Die Anordnung 34 enthält abwechselnde Lamine von Metallschichten 42 und Faserschichten 44. Diese Lamine haben unterschiedliche Höhen, so daß, wie es beispielsweise in Figur 4 gezeigt ist, mehr Fasern bzw. Fibern am Schaftbereich 50 des Mantelteils 22 angeordnet sind als am Spitzenbereich 46 des stromlinienförmigen Abschnitts 52. Die Faserstoffe erstrecken sich in den Fußabschnitt 48 und nehmen im allgemeinen über dem Fußabschnitt 48 ab.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, das in Figur 3 gezeigt ist, sind die Außenschichten 36 und 38 aus Titan mit einer Dicke von etwa 0,4 mm (15 mils) hergestellt. Die Faserschichten 44 können dadurch hergestellt werden, daß irgendwelche geeigneten Fasern bzw. Fibern, wie beispielsweise mit Siliziumcarbid überzogene Kohlenstofffasern, in einem Polymerbinder verteilt werden. Mit den Fasernschichten 44 wechseln sich Metallschichten aus etwa 0,125 mm (5 mils) dickem Titan ab. Nachdem diese Schichten richtig ausgerichtet sind, werden sie ausreichender Temperatur und Druck ausgesetzt, wie es allgemein bekannt ist, um die Schichten zur Bildung eines Mantelteils 22 durch Diffusionsbindung miteinander zu verbinden. Wäh-

rend dieses Prozesses verbrennt das Bindermaterial, und das Metall wandert hinein, um die durch den Binder zurückgelassenen Leerstellen zu füllen. Dies führt zu fasernförmigen Schichten 54, wie sie in Figur 4 gezeigt sind, die in einer Metallmatrix eingebettet und zwischen Außenschichten 36 und 38 enthalten sind.

Eine Ansicht der Schichten nach einem Schnitt entlang der Linie 5 - 5 in Figur 4 ist in Figur 5 gezeigt. Die Dichte der Fasern bzw. Fibern im Mantelteil 22 ist in Figur 5 als im allgemeinen gleichförmig gezeigt. Figur 6 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel, bei dem die Dichte der Fasern bzw. Fibern verändert ist, um eine gewisse Flexibilität beim Erreichen der Stoßbeständigkeit in gewissen Bereichen der Schaufel zu erhalten, während die hohe Festigkeit in anderen Bereichen beibehalten wird. Selbstverständlich sind viele andere Anordnungen der Fasern bzw. Fibern möglich. Es sei auch darauf hingewiesen, daß es bei dem Verfahren zum Formen des Mantelteils möglich ist, das Teil 22 durch eine Formpresse in seine gewölbte ——— verdrehte Endform grob vorzuformen. Zusätzlich kann es wünschenswert sein, Fasern oder Fibern aus dem Mantelteil 20 oder 22 wegzulassen, was von den Konstruktionserfordernissen abhängt.

Figuren 7 bis 9 stellen ein Verfahren zur Diffusionsbindung einer Kernschicht 30 mit Mantelteilen 20 und 22 dar, wobei Gasdruck in einer Formkammer verwendet wird. Figur 7 zeigt eine perspektivische Ansicht von einer Kernschicht 30, die sandwichartig zwischen Mantelteilen 20 und 22 angeordnet ist, die in der vorstehend beschriebenen Weise hergestellt worden sind. Ein Steckteil 56, beispielsweise aus Titan, ist an dem einen Ende der Schaufelanordnung 60 angebracht, um den Schaufelfuß zu bilden. Bevor diese Teile miteinander verbunden werden, wird der Kern 30 auf beiden Seiten in einem streifenähnlichen Muster 58 mit einer Substanz, wie beispielsweise Bor-<sup>überzogen,</sup> nitrid /das eine Diffusionsbindung mit anschließend aufge-

brachten Materialien verhindert. Die Anordnung 60 wird dann in einer Form 62 angeordnet, wie es in Figur 8 gezeigt ist. Dann wird durch eine Rohrleitung 63 Gas mit ausreichender Temperatur und Druck eingeführt, um die Anordnung 60 durch Diffusionsbindung zu vereinigen.

Die Schaufel 10 wird durch superplastische Formung gebildet, wie es in Figur 9 gezeigt ist. Gas wird zwischen den Mantelteilen 20 und 22 durch eine Rohrleitung 64 mit ausreichender Temperatur und Druck eingeführt, um die Teile 20 und 22 auseinander zu drücken, wodurch der Kernbereich 28 geformt und gleichzeitig die Kernteile 66 gedehnt werden. Wie bereits ausgeführt wurde, verbindet sich die Kernschicht 30 mit den Mantelteilen 20 und 22 nur an den nicht-behandelten Bereichen der Schicht 30, wodurch Wellungen oder Rippen gebildet werden.

Dieses Verfahren der Diffusionsbindung und superplastischen Formung ist in der US-PS 3 927 817 näher beschrieben, auf die hiermit Bezug genommen wird. Die somit gebildete wellenförmige Kernschicht 30 wird an Spitzen bzw. Erhebungen 32 durch Diffusionsbindung an den Mantelteilen 20 und 22 befestigt. Diese Verbindungen besitzen eine außergewöhnliche Festigkeit, die weit größer als in bekannten Schaufeln ist. Die Kerngeometrie hängt von der Form des Musters 58 des Bornitrids oder eines anderen Materials ab, das eine Diffusionsbindung verhindert.

Figuren 10 und 11 zeigen andere Kernmusterkonfigurationen. Beispielsweise zeigt Figur 10 ein Punktmuster, das einen säulenförmigen Kern bildet, und Figur 11 zeigt ein Zick-Zack-Muster, das einen Z-förmigen Kern bildet. Neben diesen Musterbeispielen können jedoch viele andere Muster verwendet werden, die einen brauchbaren Kern zur Folge haben. Üblicherweise enthalten derartige Kerne mehrere Kernteile, die die Mantelteile 20 und 22 miteinander verbinden. Beispielsweise enthält gemäß Figur 9 der Kern 30 Kernteile 66. Demgegenüber enthält der durch das Punktmuster gemäß Figur 10 gebildete Kern Kernteile in der Form von

Säulen oder Stempeln.

In Figur 12 ist eine Querschnittsansicht der Schaufel 10 von der Vorderkante und nach einem Schnitt entlang der Linie 12-12 in Figur 2 gezeigt. Die wellenförmige Kernschicht 30 ist zwischen dem Mantelteil 20 auf der Druckseite und dem Mantelteil 22 auf der Saugseite gezeigt. Der Kernbereich 28 ist teilweise verschlossen am Spitzenbereich 46 und am Schaft 16, indem die Kernschicht 30 umgebogen und mit dem Mantelteil 20 oder 22 verbunden ist. Ein vollständiger Verschluss wird erreicht durch eine Verbindung des Spitzenverschlußstreifens 76 an den Mantelteilen 20 und 22. Es sind verschiedene Konfigurationen für den Spitzenabschnitt 46 möglich. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist der Spitzenabschnitt 46 eine Vertiefung 68 auf. Die Vertiefung 68 kann auch mit einem leichten Material gefüllt oder das Mantelteil 26 kann maschinell abgesenkt werden, um eine Quetschspitze zu bilden. Der Kernbereich 28 erstreckt sich in gezeigter Weise in den Schaft 16 und ist von dem Einsatzteil 56 durch die Kernschicht 30 getrennt. Das Mantelteil 20 weist eine Verstärkungsschicht 74 aus wenigstens einer Lage von faserförmigem zusammengesetzten Material auf, wie es vorstehend in Verbindung mit Figur 4 näher erläutert wurde.

Die Anordnung und Zahl der Lagen von faserförmigem Verbundmaterial kann variieren. In dem in Figur 12 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Anzahl von Lagen innerhalb der Verstärkungsschicht 74 größer am Schaft 16 als nahe dem Spitzenabschnitt 46, und sie nimmt im allgemeinen über dem Fuß 18 ab. Die Lagen führen am Fuß 18 ein wenig nach außen und liegen im allgemeinen nahe der Außenfläche des Fusses 18. Die Verstärkungsschicht 74 ist in Flächenkontakt mit der inneren Außenschicht 36 und der äußeren Außenschicht 38 aus nicht-faserförmigem Material, wie es in Verbindung mit Figur 4 beschrieben ist. Der Spitzenabschnitt 46 besteht im wesentlichen aus nicht-faserförmigem Material, wie beispielsweise Titan,



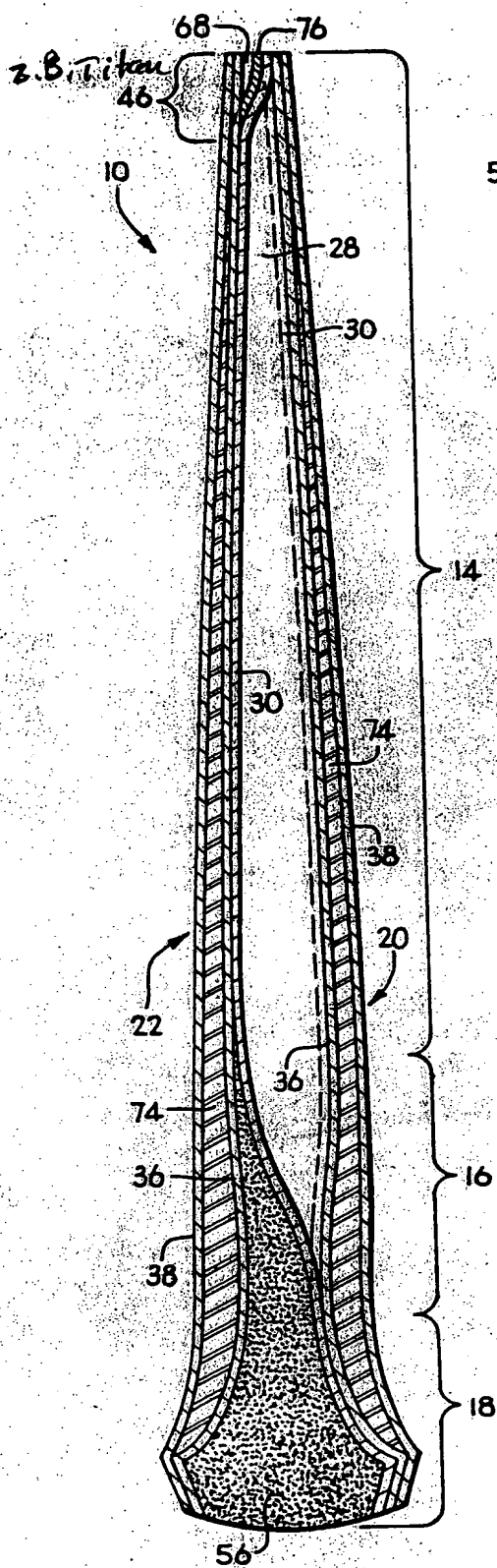
für eine erhöhte Beständigkeit gegen Fremdkörperbeschädigung. In ähnlicher Weise bilden eine Verstärkungsschicht 74 und Außenschichten 36 und 38 das Mantelteil 22. Eine Funktion der Verstärkungsschicht 74 besteht darin, die Schaufelsteifigkeit zu verbessern. Unter gewissen Bedingungen kann es wünschenswert sein, die Verstärkungsschicht von dem einen oder beiden Mantelteilen wegzulassen.

Die hier beschriebene Schaufel weist einen Kernbereich mit einer variablen Querschnittsfläche auf. Gemäß Figur 12 nimmt die Querschnittsfläche des Kernbereichs 28 im allgemeinen vom Schaft zum Spitzenabschnitt 46 ab. Somit ist die Querschnittsfläche des Kernbereichs 28 nahe dem Spitzenabschnitt 46 kleiner als die Querschnittsfläche des Kernbereichs nahe dem Schaft.

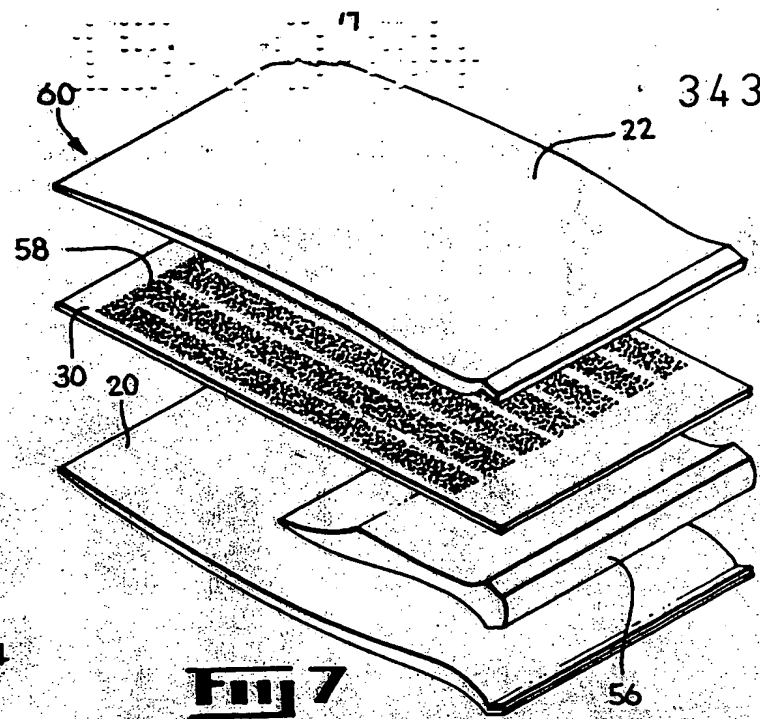
Die verstärkte Titanschaufel gemäß den beschriebenen Ausführungsbeispielen weist ein geringes Gewicht, hohe Steifigkeit, hohe Festigkeit und eine hohe Beständigkeit gegenüber Fremdkörperbeschädigung auf. Wenn Bläuserschaufeln gemäß dem hier beschriebenen Verfahren hergestellt werden, gestattet die Eigenschaft der hohen Steifigkeit in Verbindung mit hoher Festigkeit, daß ein Mittelspanz und/oder ein Spitzenmantel weggelassen wird, das Schaufelradiusverhältnis gesenkt und die Schaufelspitzengeschwindigkeit erhöht wird. Somit gestattet die erfindungsgemäße Schaufel einen verbesserten Betrieb gegenüber den bekannten Schaufeln.

Es sind jedoch noch viele weitere Ausführungsbeispiele möglich. Beispielsweise ist die Erfindung auf jede Hohl-schaufel anwendbar, die einen durch Diffusionsbindung befestigten Kern aufweist. Es ist ferner möglich, die Materialien und die Lage und Orientierung der Fasern bzw. Fibern zu ändern, um sie an die jeweiligen Konstruktionserfordernisse anzupassen.

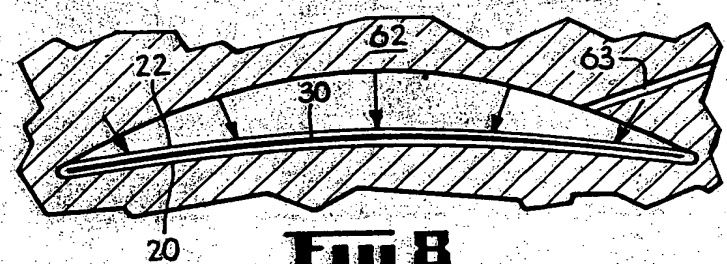
Weiterhin stellen die hier gezeigten Abmessungen und Proportionen und strukturellen Relationen nur Ausführungsbeispiele dar, die in gewünschter Weise abgewandelt und angepaßt werden können.



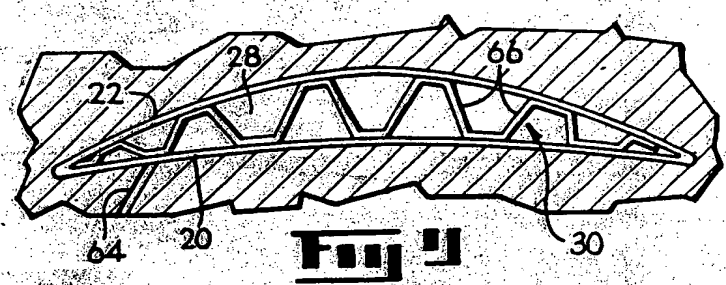
**Fig 12**



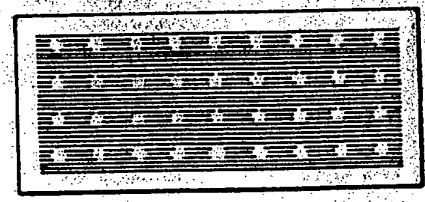
**Fig 7**



**Fig 8**

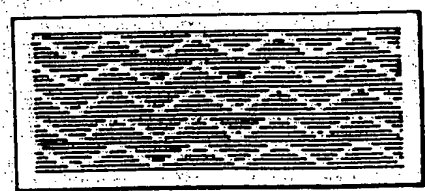


**Fig 9**

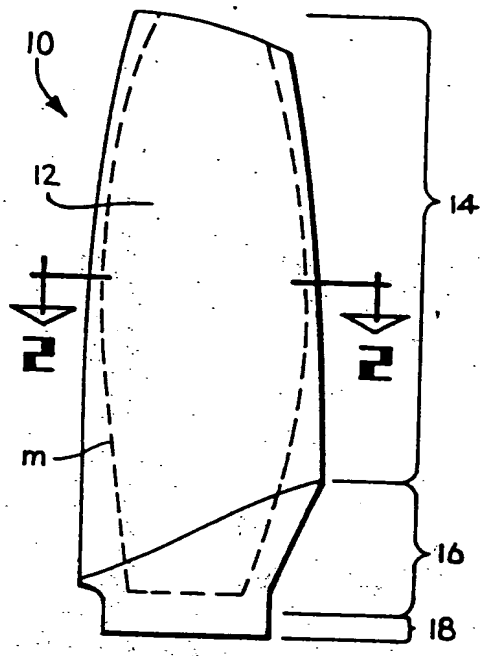


**Fig 10**

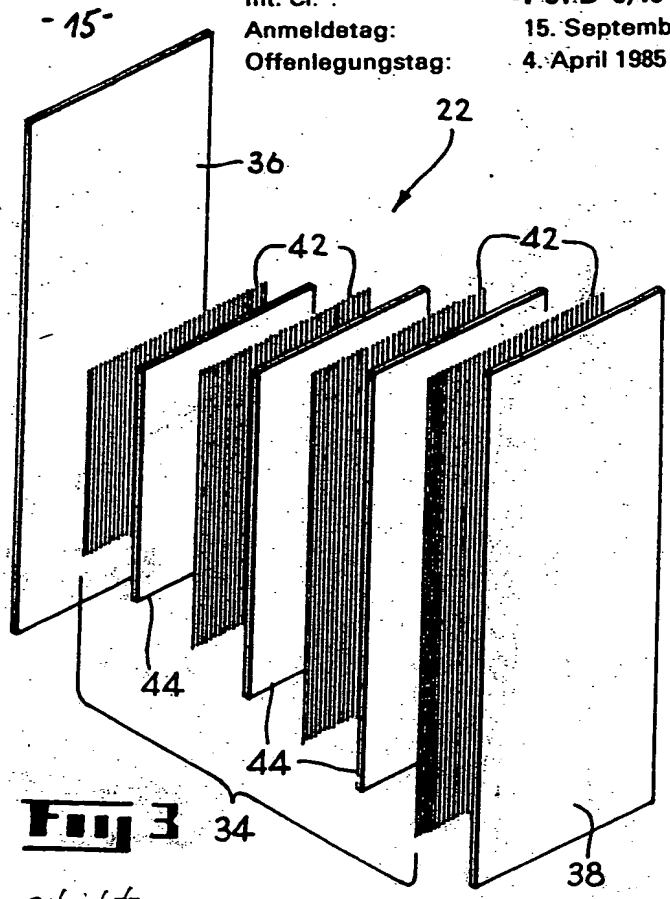
**Fig 11**



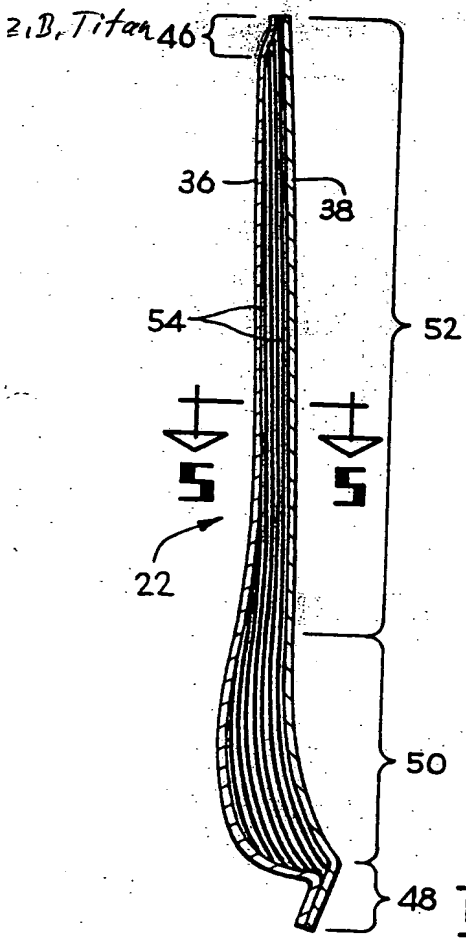
Nummer: 34 34 001  
Int. Cl.<sup>3</sup>: F 01 D 5/18 - 01  
Anmeldetag: 15. September 1984  
Offenlegungstag: 4. April 1985



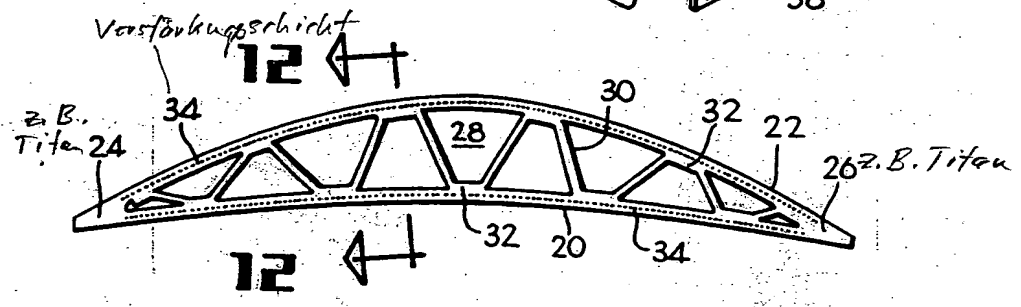
**Fig 1**



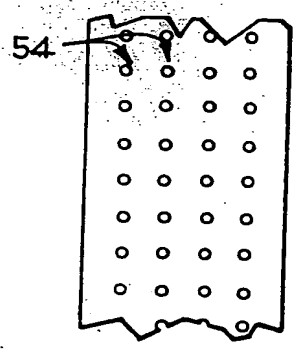
**Fig 3**



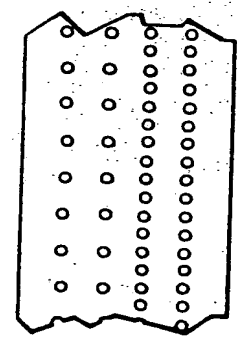
**Fig 4**



**Fig 2**



**Fig 5**



**Fig 6**